

КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА БОКСИТОВОГО СЫРЬЯ, ЛЕГИРОВАНИЕ РЕДКИМИ МЕТАЛЛАМИ И ИХ СПЛАВЫ

Панов Д.С.

Руководитель - доц., к.т.н. Логинова И.В.

ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»,
г. Екатеринбург

В течение многих лет ведутся исследования по повышению комплексной переработки бокситов по различным направлениям.

Первое направление связано с внедрением разработанных технологий попутного извлечения из бокситов некоторых редких элементов в действующие способы производства глинозема.

Второе направление связано с разработкой новых перспективных способов переработки бокситов без образования красных шламов, а также с приемами их использования.

Бокситы необходимо использовать комплексно. Их следует рассматривать как потенциальное сырье для получения редких металлов, например, таких как галлий, ванадий и скандий.

Так, для получения галлиевых концентратов из алюминатных растворов используют главным образом следующие способы:

1. двухстадийная карбонизация;
2. обработка растворов известью;
3. электролиз с ртутным катодом;
4. электролиз с твердыми катодами из нержавеющей стали, свинца, меди;
5. электролиз с катодами из металла, в который диффундирует восстановленный галлий;
6. комбинированные способы.

Также промышленное применение нашли следующие способы выделения галлия из щелочно-алюминатных растворов глиноземного производства:

1. цементация амальгамой натрия, которая, в частности, образуется при электролизе алюминатных растворов с ртутным катодом;
2. жидкостная экстракция с использованием различных эфиров, спиртов, кислородсодержащих органических соединений;
3. сорбционные методы получения галлия.

Для выделения ванадиевого концентрата из алюминатных растворов наиболее распространен кристаллизационный способ, основанный на снижении растворимости соединений ванадия в щелочно-алюминатных растворах в зависимости от концентрации едкого натра и температуры.

При переработке бокситов разных месторождений по способу Байера образуются красные шламы, которые выводятся из процесса в виде пульпы

и складываются в шламохранилищах, занимающих огромные земельные участки. Химический и минералогический состав таких шламов достаточно сложен. Он зависит от состава исходного боксита, а также от способа и условий переработки. На 1 т получаемого глинозема образуется 0,8...1,2 т красного шлама. Химический состав байеровских красных шламов варьируется в следующих пределах, %: 10...20 Al_2O_3 ; 4...10 SiO_2 ; 30...40 Fe_2O_3 ; 5...15 CaO ; 3...10 TiO_2 ; 2...5 Na_2O ; 5...15 потери при прокаливании.

Сотрудниками кафедр МЛМ и МТЦМ изучен вопрос переработки красных шламов. На основании полученных результатов разработана технологическая схема извлечения скандия из красных шламов с использованием фосфорнокислого катионита КФП-12, и обоснована технико-экономическая целесообразность внедрения новой технологии, являющейся условно безотходной, т.к. существует возможность использования всех продуктов переработки красных шламов в различных отраслях народного хозяйства.

Легирование небольшими количествами скандия, ванадия, галлия и других РЗЭ значительно улучшает свойства различных сплавов. Некоторые сплавы, в состав которых входят РЗЭ, обладают уникальными свойствами.

Ванадий в качестве легирующих добавок стали применять в металлургии ещё в конце XIX в. Возможность использования самого металла и сплавов на его основе появилась относительно недавно - после освоения производства чистого металла.

Из сплава, содержащего 4 % Ti, 4 % Al (остальное ванадий), изготавливают элементы авиационных реактивных двигателей и ракет. Аналогичное применение нашли сплавы, содержащие 13 % Ti, 11 % V, 3 % Cr (остальное алюминий) и 6 % Ti, 4 % Al (остальное ванадий). Ванадий применяют как материал для оболочек ядерных реакторов и покрытия топливных элементов, производства сверхпроводящих сплавов.

Галлий образует легкоплавкие сплавы с рядом металлов (висмут, свинец, олово, кадмий, цинк, индий, таллий), которые используют в терморегуляторах, спринклерных устройствах (противопожарные сигнальные устройства), а также для замены ртути (в выпрямителях, прерывателях тока, гидравлических затворах).

Большое значение приобрели галлиевые припои для бесфлюсовой низкотемпературной пайки. Паяные швы, выполненные при температурах 150...200 °C с использованием алюминиевогаллиевого припоя (5...65 % Al, 95...35 % Ga) имеют $\sigma_B > 30...50$ МПа, могут работать при температурах 350...900 °C, выдерживать термоциклические, вибрационные и ударные нагрузки.

Кроме того, галлий используют как акцепторную добавку для легирования германия, сообщая ему дырочную проводимость.

Легирование сплава Al-Mg-Li (сплав 1420) скандием (сплав 1421) повышает предел текучести на 20...25 %. В виде штамповок этот сплав широко используется для корпусов ракет (ГРЦ «КБ им. ак. В.П.Макеева»), что дает возможность снижения их массы на 10...15 %. Модификация этого сплава с пониженным содержанием магния и дополнительным легированием скандием (сплав 1423) разработана для изготовления листовых деталей сложной конфигурации методом сверхпластичной формовки.

Легированием сплавов на базе системы Al-Cu-Li скандием и цирконием разработан свариваемый сплав 1460 для криогенных топливных баков космического и авиационного назначения.

Разработанные (ВИАМ, ВИС) как заменители сплава АМг6 сплавы 1570 (~ 6,0 % Mg, ~ 0,5 % Mn, ~ 0,1 % Zr, 0,22...0,30 % Sc, остальное Al) и 1421 (~ 2,0 % Li, ~ 5,0 % Mg, ~ 0,1 % Zr, 0,16...0,21 % Sc, остальное Al) показывают на поковках, например, значения механических свойств при растяжении, МПа: АМг6 – 285, 1570 – 355, 1421 – 422.

Взаимодействуя с алюминием, скандий образует фазу Al_3Sc , выделяющуюся из алюминатного сплава при первичной или эвтектической кристаллизации, а также при распаде пересыщенного твердого раствора. Это стабильная фаза с кубической гранецентрированной решеткой, имеющей близкие геометрические параметры с решеткой алюминия (4,405 и 4,407 Å соответственно). Сходство кристаллических решеток является основной причиной, объясняющей уникальное влияние скандия на структуру и свойства алюминия и его сплавов. Основным эффектом от введения его в алюминиевые сплавы, как видно из приведенных примеров, заключается в повышении коррозионной стойкости, прочностных характеристик (на 100...180 МПа, в том числе при температурах 250...300 °С), улучшении свариваемости, снижении анизотропии свойств.

Широкое применение скандийсодержащих сплавов сдерживается дороговизной лигатуры. Снизить себестоимость Al-Sc-лигатуры (АСЛ) удастся при использовании в синтезе менее качественных солей скандия с удалением только примесей, ухудшающих свойства конечного сплава, а процесс получения лигатуры проводить при более низких температурах расплава солей и с минимальным перенапряжением выделения скандия.

Скандий, ванадий, галлий и другие редкие металлы являются важными элементами, легирование которыми, а также создание сплавов на их основе, позволяет получить новые сплавы с заданными характеристиками и свойствами.